

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-321689

(43)Date of publication of application : 24.11.1999

(51)Int.Cl.

B62D 6/00

B62D 5/083

(21)Application number : 10-156730

(71)Applicant : KOYO SEIKO CO LTD

(22)Date of filing : 20.05.1998

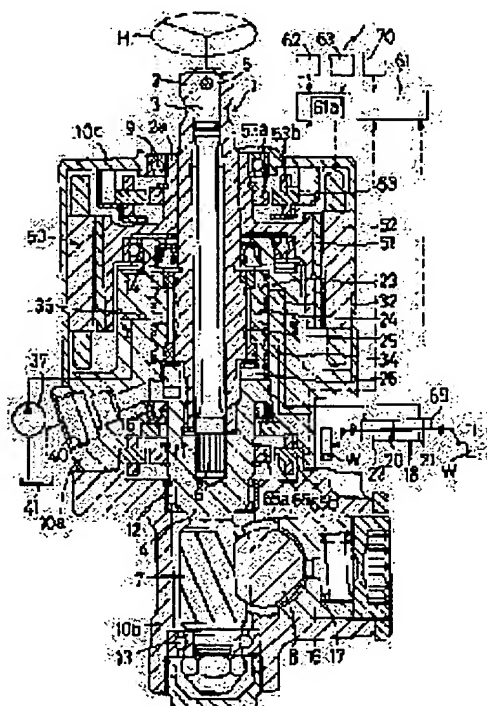
(72)Inventor : TAKAMATSU TAKANAGA
MAEDA NAOKI

(54) STEERING DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steering device for vehicle capable of quickly and securely judging the input side and direction of the steering force transmitted by a steering shaft.

SOLUTION: This device is provided with a first resolver 53 for outputting the alternating signal, of which phase is changed in response to a change of the operating side rotating angle of a steering shaft to be elastically and relatively rotated at an operation side and an axis side thereof in response to the torque corresponding to the steering force to be transmitted, and a second resolver 65 for outputting the alternating signal, of which phase is changed in response to a change of the wheel side rotating angle. Direction of the steering force and the steering force input side of the steering shaft are judged on the basis of the stored relation among tendency of increasing or decreasing the output value of both the resolvers 53, 65, largeness of the output value of both the resolvers 53, 65, direction of the steering force, and the steering force input side of the steering shaft at the reference time, and on the basis of tendency and largeness of increasing or decreasing the output value of both the resolvers 53, 65 at the reference time, in which the output value and change ratio of the exciting voltage of both the resolvers 53, 65 become constant.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-321689

(43) 公開日 平成11年(1999)11月24日

(51) Int. Cl.⁶B 6 2 D 6/00
5/083

識別記号

P I

B 6 2 D 6/00
5/083

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-156730

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月20日

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72) 発明者 高松 孝修

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

光洋精工株式会社内

(72) 発明者 前田 直樹

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

光洋精工株式会社内

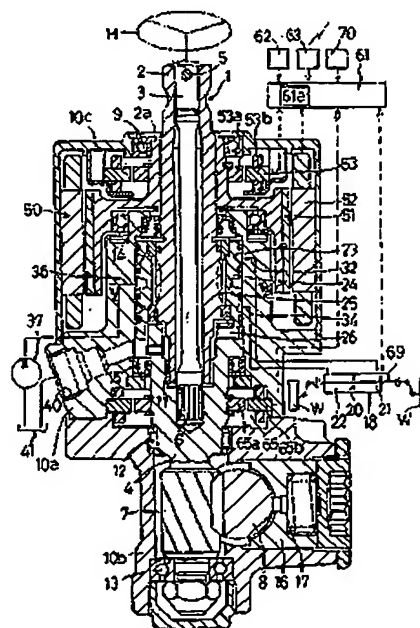
(74) 代理人 弁理士 根本 進

(54) 【発明の名称】 車両のステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 ステアリングシャフトにより伝達される操舵力の入力側と方向を迅速かつ確実に判断できる車両のステアリング装置を提供する。

【解決手段】 伝達する操舵力に対応するトルクに応じて操作側と車輪側とが弾性的に相対回転するステアリングシャフトの、操作側回転角の変化に対応して位相が変化する交番信号を出力する第1レゾルバ53と、車輪側回転角の変化に対応して位相が変化する交番信号を出力する第2レゾルバ65とを備える。両レゾルバ53、65の励磁電圧の出力値と変化率が一定値になる時を基準とした一定の基準時における、両レゾルバ53、65の出力値の増減傾向と、両レゾルバ53、65の出力値の大小と、操舵力の方向と、ステアリングシャフトへの操舵力の入力側との記憶された関係と、その基準時における両レゾルバ53、65の出力値の増減傾向および大小とに基づいて、操舵力の方向とステアリングシャフトへの操舵力の入力側とが判断される。



(2)

特開平11-321689

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 操舵力を車輪に伝達するステアリングシャフトを備え、そのステアリングシャフトの操作側と車輪側は、そのステアリングシャフトによって伝達される操舵力に対応するトルクに応じて弾性的に相対回転可能とされている車両において、

そのステアリングシャフトの操作側の回転角の変化に対応して位相が変化する交番信号を出力する第1レゾルバと、

そのステアリングシャフトの車輪側の回転角の変化に対応して位相が変化すると共に、第1レゾルバの出力信号と同一波形の交番信号を出力する第2レゾルバとを備え、

そのステアリングシャフトの操作側回転角が車輪側回転角に等しい時、第1レゾルバの出力信号と第2レゾルバの出力信号は出力値および位相は互いに等しくされ、

両レゾルバの励磁電圧の出力値と変化率が一定値になる時を基準とした一定の基準時における、両レゾルバの出力値の増減傾向と、両レゾルバの出力値の大小と、操舵力の方向と、ステアリングシャフトへの操舵力の入力側との関係を記憶する記憶装置と、

その基準時における両レゾルバの出力値の増減傾向および大小を判断する手段と、

両レゾルバの出力値の増減傾向および大小の判断結果と前記記憶した関係とに基づいて、操舵力の方向とステアリングシャフトへの操舵力の入力側とを判断する手段とを備える車両のステアリング装置。

【請求項2】 そのステアリングシャフトの操作側に作用する操舵力を発生可能な操舵力発生用アクチュエータと、

その操舵力発生用アクチュエータの制御装置とを備え、その制御装置からの信号に基づき操舵力発生用アクチュエータが発生させる操舵力をステアリングシャフトを介して車輪に伝達する自動操舵モードと、ドライバーが発生させる操舵力をステアリングシャフトを介して車輪に伝達する通常操舵モードとの間で操舵モードが切り換え可能とされている請求項1に記載の車両のステアリング装置。

【請求項3】 前記ステアリングシャフトにより伝達される操舵力に対応する値が前記両レゾルバの出力に基づき求められ、

前記自動操舵モードにおいて、操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力以外に付加される操舵力のステアリングシャフトへの入力側が判断され、

その付加操舵力がステアリングシャフトに操作側から入力され、且つ、その付加操舵力の絶対値が設定値以上である時に、自動操舵モードから通常操舵モードに切り換える手段を備える請求項2に記載の車両のステアリング装置。

【請求項4】 前記ステアリングシャフトにより伝達さ

2

れる操舵力に対応する値が前記両レゾルバの出力に基づき求められ、

前記自動操舵モードにおいて、操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力以外に付加される操舵力のステアリングシャフトへの入力側が判断され、

そのステアリングシャフトに車輪側から入力される付加操舵力の方向が、その操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力の方向と同一か否かが判断され、

その操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力の方向と同一方向の付加操舵力がステアリングシャフトに車輪側から入力され、且つ、その付加操舵力の絶対値が設定値以上である時に、自動操舵モードから通常操舵モードに切り換える手段を備える請求項2に記載の車両のステアリング装置。

【請求項5】 そのステアリングシャフトに車輪側から入力される付加操舵力の方向が、その操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力の方向と同一か否かが判断され、

その操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力の方向と同一方向の付加操舵力がステアリングシャフトに車輪側から入力され、且つ、その付加操舵力の絶対値が設定値以上である時に、自動操舵モードから通常操舵モードに切り換える手段を備える請求項3に記載の車両のステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、路面から車輪に作用する操舵抵抗の変動に対応する制御を行う場合に利用できる車両のステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、道路から送られる誘導信号や、道路や周囲の状況の検出信号等に基づき制御装置により指令信号を生成し、その指令信号に基づき操舵力発生用アクチュエータが発生する操舵力により車両を自動操舵するステアリング装置の開発が進められている。

【0003】 そのような自動操舵時において、上記操舵力発生用アクチュエータが発生する操舵力以外に、走行路における凹凸や横風等の外乱により、車両に操舵力が付加される場合がある。

【0004】 そこで、車両の舵角変化に対応する車両のヨーレートや横加速度等の値を検知し、その検知した値に応じて操舵力発生用アクチュエータを制御することで、その外乱による付加操舵力の影響を償償していた。

【0005】 また、そのようなステアリング装置においては、緊急事態等に対処するため、自動操舵モードから、ドライバーが操舵力を発生させる通常操舵モードに切り換え可能であることが要望されている。

【0006】 そこで、そのアクチュエータへの指令信号に対応する指令舵角と実際の舵角との偏差を求める手段を設け、その偏差が設定値以上である時はドライバーが

(3)

特開平11-321689

3

自動操舵に逆らっていると判断し、自動操舵モードから通常操舵モードに切り換えることが考えられている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来技術では、外乱による付加操舵力の影響を車両の舵角変化に対応する値に応じて補償している。換言すれば、実際に舵角が変化した後に、その付加操舵力を相殺していた。そのため、補償が遅れ、外乱により車両の挙動が不安定になるという問題があった。

【0008】また、その操舵力発生用アクチュエータの発生する操舵力以外に付加される操舵力が、外乱による付加操舵力かドライバーによる付加操舵力かを判定することができなかった。そのため、外乱による付加操舵力を、ドライバーによる操舵力である誤判定し、自動操舵モードから通常操舵モードに誤って切り換えられるという問題がある。

【0009】また、凍結路面のような摩擦係数の小さい路面においては、通常の路面と同様の操舵を行うと車両の挙動を制御できなくなる。そのため、自動操舵を行うことは困難である。しかし、従来技術では、自動操舵時に路面の摩擦係数が小さくなるような事態に何ら対処できなかった。

【0010】本発明は、上記問題を解決することのできる車両のステアリング装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、操舵力を車輪に伝達するステアリングシャフトを備え、そのステアリングシャフトの操作側と車輪側は、そのステアリングシャフトによって伝達される操舵力に対応するトルクに応じて弾性的に相対回転可能とされている車両に適用される。本発明による車両のステアリング装置においては、そのステアリングシャフトの操作側の回転角の変化に対応して位相が変化する交番信号を出力する第1レゾルバと、そのステアリングシャフトの車輪側の回転角の変化に対応して位相が変化すると共に、第1レゾルバの出力信号と同一波形の交番信号を出力する第2レゾルバとを備える。そのステアリングシャフトの操作側回転角が車輪側回転角に等しい時、第1レゾルバの出力信号と第2レゾルバの出力信号は出力値および位相は互いに等しくされる。両レゾルバの励磁電圧の出力値と変化率が一定値になる時を基準とした一定の基準時における、両レゾルバの出力値の増減傾向と、両レゾルバの出力値の大小と、操舵力の方向と、ステアリングシャフトへの操舵力の入力側との関係を記憶する記憶装置と、その基準時における両レゾルバの出力値の増減傾向および大小を判断する手段と、両レゾルバの出力値の増減傾向および大小の判断結果と前記記憶した関係とに基づき、操舵力の方向とステアリングシャフトへの操舵力の入力側とを判断する手段とを備える。上記構成において、走行路にお

4

る凹凸や横風等の外乱に基づき車両に外部から操舵力が付加されたり、自動操舵中にドライバーが操舵力を付加する場合、ステアリングシャフトにより伝達される操舵力に対応するトルクは実際の舵角が変化する前に変化する。そのトルクによりステアリングシャフトの操作側と車輪側は相対回転するので、第1レゾルバの出力値および位相と第2レゾルバの出力値および位相とは互いに異なるものになる。この際、基準時における両レゾルバの出力値の増減傾向と大小の組み合わせは、操舵力の方向が右操舵であってステアリングシャフトへの操舵力の入力側が操作側である場合と、操舵力の方向が左操舵であってステアリングシャフトへの操舵力の入力側が操作側である場合と、操舵力の方向が右操舵であってステアリングシャフトへの操舵力の入力側が車輪側である場合と、操舵力の方向が左操舵であってステアリングシャフトへの操舵力の入力側が車輪側である場合とで互いに異なる。これにより、予め記憶した両レゾルバの出力値の増減傾向および大小と操舵力の方向とステアリングシャフトへの操舵力の入力側との関係と、その基準時における両レゾルバの出力値の増減傾向および大小の判断結果とに基づき、その操舵力の方向と、ステアリングシャフトへの操舵力の入力側とを判断できる。

【0012】本発明は、そのステアリングシャフトの操作側に作用する操舵力を発生可能な操舵力発生用アクチュエータと、その操舵力発生用アクチュエータの制御装置とを備え、その制御装置からの信号に基づき操舵力発生用アクチュエータが発生させる操舵力をステアリングシャフトを介して車輪に伝達する自動操舵モードと、ドライバーが発生させる操舵力をステアリングシャフトを介して車輪に伝達する通常操舵モードとの間で操舵モードが切り換え可能とされている車両に適用されるのが好ましい。これにより、自動操舵中において、操舵力発生用アクチュエータが発生する操舵力以外の外乱による付加操舵力により実際に舵角が変化する前に、その付加操舵力が作用したか否か、および付加操舵力の方向を判断できるので、その判断結果に基づいて付加操舵力の影響を補償することが可能になる。

【0013】本発明において、前記ステアリングシャフトにより伝達される操舵力に対応する値が前記両レゾルバの出力に基づき求められ、前記自動操舵モードにおいて、操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力以外に付加される操舵力のステアリングシャフトへの入力側が判断され、その付加操舵力がステアリングシャフトに操作側から入力され、且つ、その付加操舵力の絶対値が設定値以上である時に、自動操舵モードから通常操舵モードに切り換える手段を備えるのが好ましい。設定値以上の付加操舵力がステアリングシャフトに操作側から入力される場合、ドライバーが意図的に操舵力を付加したとみなすことができる。よって、この構成によれば、自動操舵中にドライバーが操舵力を付加するだけで、実際の舵

(4)

特開平11-321689

5

角が変化する前に通常操舵モードに切り換えることができる。これにより、緊急事態等において迅速に自動操舵モードから通常操舵モードに切り換えることができる。また、その自動操舵中に付加される操舵力が、ドライバーにより付加されたのか、走行路における凹凸や横風等の外乱に基づき車両に外部から付加されたのかを判断するので、その車両に外部から付加される操舵力により、自動操舵モードから通常操舵モードに誤って切り換えられるのを防止できる。

【0014】本発明において、前記ステアリングシャフトにより伝達される操舵力に対応する値が前記両レゾルの出力に基づき求められ、前記自動操舵モードにおいて、操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力以外に付加される操舵力のステアリングシャフトへの入力側が判断され、そのステアリングシャフトに車輪側から入力される付加操舵力の方向が、その操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力の方向と同一か否かが判断され、その操舵力発生用アクチュエータの発生操舵力の方向と同一方向の付加操舵力がステアリングシャフトに車輪側から入力され、且つ、その付加操舵力の絶対値が設定値以上である時に、自動操舵モードから通常操舵モードに切り換える手段を備えるのが好ましい。路面の摩擦係数が減少すると、車輪に作用する操舵抵抗が減少するため、操舵力発生用アクチュエータが発生する操舵力の方向と同一方向の付加操舵力が車両外部からステアリングシャフトに作用する。よって、その付加操舵力の絶対値が設定値以上である時に自動操舵モードから通常操舵モードに切り換えることで、路面の摩擦係数が小さい場合に自動操舵を解除できる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。図1に示すラックピニオン式ステアリング装置1は、ドライバーが発生させる操舵力をステアリングホイールHからステアリングシャフトを介して車輪Wに伝達する。また、後述のブラシレスモータ50が発生させる操舵力をステアリングシャフトを介して車輪Wに伝達する。

【0016】そのステアリングシャフトは、そのステアリングホイールHに連結される入力シャフト2と、この入力シャフト2にトーションバー3を介して連結される出力シャフト4とを備えている。そのトーションバー3はピン5を介し入力シャフト2に連結され、また、セレクション6を介し出力シャフト4に連結されている。その出力シャフト4にピニオン7が形成され、このピニオン7に噛み合うラック8の各端に車輪Wが連結される。その入力シャフト2は、その外周に一体化されたスリーブ2aとベアリング9とを介してモータハウジング10cに支持され、また、プッシュ11を介して出力シャフト4に支持されている。その出力シャフト4は、ベアリング12、13を介してラックハウジング10bに支持さ

5

れている。そのラックハウジング10bとモータハウジング10cは、バルブハウジング10aを介して一体化されている。

【0017】その入力シャフト2は、操舵力に基づく操舵トルクにより回転する。その入力シャフト2の回転はトーションバー3、出力シャフト4を介してピニオン7に伝達される。そのピニオン7の回転によりラック8は直前方向に沿う軸方向に移動する。このラック8の移動により車輪Wが転舵される。この際、そのステアリングシャフトの操作側の入力シャフト2と車輪側の出力シャフト4は、ステアリングシャフトによって伝達される操舵力に対応する操舵トルクに応じてトーションバー3が弾性的に捩じれることで、弾性的に同軸中心に相対回転する。

【0018】その入出力シャフト2、4とバルブハウジング10aとの間にオイルシール14、15が設けられている。また、そのラック8を支持するサポートヨーク16が設けられ、このサポートヨーク16はバネ17の弾力によりラック8に押し付けられている。

【0019】操舵補助力を発生させる油圧シリンダ（アクチュエータ）18が設けられている。その油圧シリンダ18は、ラックハウジング10bにより構成されるシリンダチューブと、ラック8に一体化されるピストン20とを有し、そのピストン20により仕切られる第1油室21と第2油室22とを有する。

【0020】各油室21、22は、操舵力に基づき作動するロータリー式油圧制御弁23に接続される。この制御弁23によりポンプ37から油圧シリンダ18に供給される圧油の油圧が制御されることで、操舵補助力が発生する。

【0021】すなわち、その制御弁23は、筒状の第1バルブ部材24と、この第1バルブ部材24に同軸心に相対回転可能に挿入される第2バルブ部材25とを備えている。その第1バルブ部材24は、バルブハウジング10aに相対回転可能に挿入され、出力シャフト4にピン26を介し同行回転可能に取り付けられる。その第2バルブ部材25は入力シャフト2の外周に一体的に形成されることで、入力シャフト2と同行回転する。これにより、第1バルブ部材24と第2バルブ部材25とは、上記ステアリングシャフトにより伝達される操舵トルクに応じてトーションバー3が捩じれることで、弾性的に相対回転する。その相対回転に応じて油圧シリンダ18にポンプ37から供給される圧油の油圧が制御される。

【0022】図2に示すように、その第1バルブ部材24の内周と第2バルブ部材25の外周とに軸方向に沿う複数の凹部が周方向等間隔に形成されている。その第1バルブ部材側凹部は、互いに周方向等間隔に位置する右操舵用凹部27と左操舵用凹部28とで構成される。その第2バルブ部材側凹部は、互いに周方向等間隔に位置

(5)

特開平11-321689

7

する圧油供給用凹部29と圧油排出用凹部30とで構成される。各右操舵用凹部27と各左操舵用凹部28とは周方向に交互に配置され、各圧油供給用凹部29と各圧油排出用凹部30とは周方向に交互に配置される。

【0023】各右操舵用凹部27は、第1バルブ部材24に形成された第1流路31およびバルブハウジング10aに形成された第1ポート32から、圧油シリンダ18の第1油室21に通じる。各左操舵用凹部28は、第1バルブ部材24に形成された第2流路33およびバルブハウジング10aに形成された第2ポート34から、圧油シリンダ18の第2油室22に通じる。各圧油供給用凹部29は、第1バルブ部材24に形成された第3流路35と、バルブハウジング10aに形成された入口ポート36を介してポンプ37に通じる。各圧油排出用凹部30は、第2バルブ部材25に形成された第1排出路38、入力シャフト2とトーションバー3の内外周間の通路47、バルブハウジング10aに形成された排出ポート40を介してタンク41に通じる。

【0024】これにより、第1バルブ部材24と第2バルブ部材25の内外周間に形成された弁間油路42を介して、その油圧シリンダ18の各油室21、22とポンプ37とが接続される。そのポンプ37はモータ（図示省略）により駆動される。その弁間油路42において、第1バルブ部材側凹部と第2バルブ部材側凹部の間は、両バルブ部材24、25の相対回転により開度が変化する絞り部A、B、C、Dとされる。各絞り部A、B、C、Dの開度が操舵トルクに応じ変化することで、圧油シリンダ18に作用する油圧が制御される。図3は、その油圧回路を示す。

【0025】図2は、操舵が行なわれていない直進操舵位置での両バルブ部材24、25の相対位置を示しており、この状態においては各圧油供給用凹部29と各圧油排出用凹部30との間の絞り部A、B、C、Dの開度は一定である。

【0026】直進操舵位置から右方へ操舵すると、操舵トルクに応じたトーションバー3の振れによる両バルブ部材24、25の相対回転量に応じて、各右操舵用凹部27と各圧油供給用凹部29との間の絞り部Aの開度および各左操舵用凹部28と各圧油排出用凹部30との間の絞り部Bの開度が大きくなり、各左操舵用凹部28と各圧油供給用凹部29との間の絞り部Cの開度および各右操舵用凹部27と各圧油排出用凹部30との間の絞り部Dの開度が小さくなる。これにより、ポンプ37から第1油室21へ操舵トルクに応じた圧油が供給され、第2油室22からタンク41へ油が還流され、車両の右方への操舵補助力がラック8に作用する。

【0027】直進操舵位置から左方へ操舵すると、各絞り部A、B、C、Dの開度は右方へ操舵した場合と逆に変わるので、車両の左方への操舵補助力がラック8に作用する。

8

【0028】図1に示すように、操舵力発生用のアクチュエータとして3相ブラシレスモータ50が設けられている。そのブラシレスモータ50は、上記モータハウジング10cの内部において、入力シャフト2にスリーブ2aを介して同心に同行回転するように取り付けられるロータ51と、そのロータ51を囲むようにモータハウジング10cに取り付けられるステータ52と、そのロータ51の回転角を検出する第1レゾルバ53とを有する。その第1レゾルバ53は、入力シャフト2にスリーブ2aを介して一体化される回転子53aと、モータハウジング10cに取り付けられる固定子53bとを有する。そのロータ51はステアリングシャフトの操作側である入力シャフト2に一体化されているので、第1レゾルバ53はステアリングシャフトの操作側の回転角の変化に対応して位相が変化する正弦波形的交番電圧信号を出力する。

【0029】その出力シャフト4の回転角を検出する第2レゾルバ65が設けられている。すなわち、その第2レゾルバ65は、出力シャフト4に一体化される回転子65aと、上記ラックハウジング10bに取り付けられる固定子65bとを有する。これにより、第2レゾルバ65はステアリングシャフトの車輪側の回転角の変化に対応して位相が変化する正弦波形的交番電圧信号を出力する。両レゾルバ53、65の出力信号の波形は同一とされている。

【0030】その第1レゾルバ53を含むブラシレスモータ50と第2レゾルバ65は制御装置61に接続される。この制御装置61に、モード切り換えスイッチ62と、入力装置63と、車速センサ70が接続される。

【0031】そのモード切り換えスイッチ62の操作により、自動操舵モードと通常操舵モードとの間で車両の操舵モードを切り換えることが可能とされている。その自動操舵モードにおいては、制御装置61からの指令信号に基づきブラシレスモータ50が操舵力を発生させ、その操舵力はステアリングシャフトを介して車輪Wに伝達される。その通常操舵モードにおいてはドライバーが発生させる操舵力がステアリングシャフトを介して車輪Wに伝達される。

【0032】その入力装置63に、例えば、走行路やガードレールに設けられた発信器から発信される標識信号や、他車両に設けられた発信器から発信される衝突危険性を報知する警報信号や、道路の走行ラインの検知信号等の誘導信号が入力される。自動操舵モードにおいて誘導信号が入力装置63から入力されると、制御装置61は、その誘導信号に従って車両を操舵するのに必要な目標舵角と、実際の出力舵角との偏差をなくすための指令信号を出力する。その指令信号によりブラシレスモータ50が駆動される。そのブラシレスモータ50が発生する操舵力は、通常操舵モードにおいてドライバーが発生させる操舵力と同様に、ステアリングシャフトを介して

9

直輪側へ伝達される。

【0033】また、その制御装置61は、その自動操舵時に、ブラシレスモータ50が発生する操舵力以外に付加される操舵力に対応する値として、その付加操舵力に基づきステアリングシャフトにより伝達されるトルクを、その第1レゾルバ53と第2レゾルバ65の出力から求める。すなわち、その入力シャフト2と出力シャフト4とは、操舵トルクに応じてトーションバー3が弾性的に振れることで、弾性的に同軸中心に相対回転する。よって、その第1レゾルバ53により検出される入力シャフト2の回転角と、第2レゾルバ65により検出される出力シャフト4の回転角との差は、そのステアリングシャフトにより伝達されるトルクに対応する。すなわち、第1、第2レゾルバ53、65により、ステアリングシャフトにより伝達される操舵力に対応するトルクが検知される。この検知されたトルクとブラシレスモータ50の発生トルクとの差が、付加操舵力に基づきステアリングシャフトにより伝達されるトルクに対応する。

【0034】制御装置61は、第1レゾルバ53の出力に基づきロータ51の回転角すなわちステアリングシャフトの操作側での回転角を時系列に求め、第2レゾルバ65の出力に基づきステアリングシャフトの車輪側での回転角を時系列に求める。ステアリングシャフトの操作側回転角が車輪側回転角に等しい時、第1レゾルバ53の出力信号の出力値は第2レゾルバ65の出力信号の出力値に等しく、第1レゾルバ53の出力信号の位相は第2レゾルバ65の出力信号の位相に等しくされている。

【0035】なお、各レゾルバ53、65による回転角の検出の基準位置を検出するためのセンサ69が制御装置61に接続され、その検出された基準位置を基準として回転角が求められる。その基準位置検出用センサ69は、例えば、ラック8に付されたマークをステアリングシャフトの回転角が零の時に検知するようにラックハウジング10に取り付けられる光学センサであって、ステアリングシャフトの回転角が零の時に基準位置信号を制御装置61に出力するものにより構成できる。

【0036】図4は、上記構成による自動操舵モードでの制御系を示すブロック図で、制御装置61において、車両の目標舵角 θ_q と実際の出力舵角 θ_o との偏差と、伝達関数C1とから、目標トルク T_q が演算される。その実際の出力舵角 θ_o は、ステアリングシャフトの車輪側での回転角に対応する。その目標トルク T_q は、車速センサ70により検知される車速に対応した値とされる。その伝達関数C1は、その目標舵角 θ_q と出力舵角 θ_o との偏差と、その偏差を補償する上で必要なトルクとの関係から実験により求めることができる。その目標トルク T_q とステアリングシャフトにより伝達される全トルク T との偏差に、後述の補償トルク T_c を加えたトルクと、伝達関数C2とから、目標モータ駆動電流 I_q が演算される。その伝達関数C2は、ブラシレス

(6)

特開平11-321689

10

モータ50のトルク定数を $K1$ 、ラプラス演算子を s として、 $C2 = 1 / (K1 \times s)$ とすることができる。その目標モータ駆動電流 I_q とブラシレスモータ50の実際の駆動電流 I_a との偏差と、伝達関数C3とから、モータ印加電圧 E_q が演算される。その伝達関数C3は、 $K1$ を電流制御比例ゲイン、 $K2$ を電流制御積分ゲイン、 τ を電流制御積分時定数、ラプラス演算子を s として、 $C3 = K1 + K2 / (\tau \times s)$ とすることができる。そのモータ印加電圧 E_q がブラシレスモータ50に高周波点49を介して印加される。そのブラシレスモータ50の駆動電流 I_a は、そのモータ印加電圧 E_q とモータ出力電圧 E_a との偏差と伝達関数C4とから求める。その伝達関数C4は、 L をブラシレスモータ50のインダクタンス、 R をブラシレスモータ50の内部抵抗、ラプラス演算子を s として、 $C4 = 1 / (L \times s + R)$ により求めることができる。そのモータ出力電圧 E_a は、ブラシレスモータ50の出力軸回転数、すなわち、ステアリングシャフトのステアリングホイールH側での回転角速度 ω_1 と、伝達関数C5とから求める。その伝達関数C5は、ブラシレスモータ50の誘起電圧定数に対応する。そのブラシレスモータ50の出力トルク T_a は、駆動電流 I_a と、伝達関数C6とから求める。その伝達関数C6は、ブラシレスモータ50のトルク定数に対応する。そのブラシレスモータ50の出力トルク T_a と、ドライバが付加する操舵トルク T_h との和と、伝達関数C7とから、ブラシレスモータ50の出力軸回転数、すなわち、ステアリングシャフトのステアリングホイールH側での回転角速度 ω_i が求まる。その伝達関数C7は、ステアリング装置の操作側での慣性を J 、操作側での粘性抵抗を $C1$ 、ラプラス演算子を s として、 $C7 = 1 / (J \times s + C1)$ により求めることができる。そのブラシレスモータ50の出力軸回転数 ω_i の積分値が、ステアリングシャフトのステアリングホイールH側での回転角 θ_i になる。そのステアリングシャフトのステアリングホイールH側での回転角 θ_i と車輪側での回転角 θ_o との偏差と、伝達関数C8とから、ステアリングシャフトにより伝達される全トルク T が求まる。その伝達関数C8はトーションバー3の振じりバネ定数に対応する。そのステアリングシャフトにより伝達される全トルク T と、伝達関数C9とから、操舵補助力発生用油圧シリンダ18の出力に対応するトルク T_v が求まる。その伝達関数C9は、その油圧シリンダ18に供給される圧油の上記制御弁23による油圧制御特性から求められる。その油圧シリンダ18の出力対応トルク T_v と車両に外部から付加される操舵力に対応する外乱トルク T_d との和と、伝達関数C10とから、ステアリングシャフトの車輪側での回転角速度 ω_o が求まる。その伝達関数C10は、ステアリング装置の出力シャフト4側での慣性を J_o 、出力シャフト4側での粘性抵抗を C_o 、ラプラス演算子を s として、 $C7 = 1 / (J_o$

(7)

特開平11-321689

11

$\times s + C o$)により求めることができる。そのステアリングシャフトの車輪側での回転角速度 ωo の積分値が、ステアリングシャフトの車輪側での回転角 θo になる。

【0037】上記制御装置61が内蔵する記憶装置61aに制御プログラムが記憶される。そのプログラムの一部として、両レゾルバ53、65の励磁電圧の出力値と変化率が一定値になる時を基準とした一定の基準時における、両レゾルバ53、65の出力値の増減傾向と、両レゾルバ53、65の出力値の大小と、操舵力の方向と、ステアリングシャフトへの操舵力の入力側の関係が記憶される。その基準時は、後述のように両レゾルバ53、65の出力値の増減傾向および大小の判断結果と、前記記憶した関係とに基づいて、操舵力の方向とステアリングシャフトへの操舵力の入力側とを判断することができる時であれば特に限定されない。例えば、両レゾルバ53、65の励磁電圧の出力値が極小値（変化率は零）になる時から一定時間経過した時が基準時とされる。

【0038】本実施形態では、操舵力の作用によりステアリングシャフトに生じるトルクの方向が、ステアリングシャフトの操作側から右操舵のための操舵力を作させた時にステアリングシャフトにより伝達されるトルクの方向と一致する時、その操舵力の方向は右方向であるとされ、ステアリングシャフトの操作側から左操舵のための操舵力を作させた時にステアリングシャフトにより伝達されるトルクの方向と一致する時、その操舵力の方向は左方向であるとされる。

【0039】図5の(1)～(4)において、第1レゾルバ53の出力値と時間との関係を実線で、第2レゾルバ65の出力値と時間との関係を破線で示す。図5の(1)は、操舵力の方向が右方向であって操舵力の入力側がステアリングシャフトの操作側である場合を示し、図5の(2)は、操舵力の方向が左方向であって操舵力の入力側がステアリングシャフトの操作側である場合を示し、図5の(3)は、操舵力の方向が右方向であって操舵力の入力側がステアリングシャフトの直輪側である場合を示し、図5の(4)は、操舵力の方向が左方向であって操舵力の入力側がステアリングシャフトの車輪側である場合を示す。

【0040】図5の(1)～(4)において、両レゾルバ53、65の励磁電圧の出力値と変化率が一定値になる時から一定時間経過した第1測定時点t1における第1レゾルバ53の出力値をa1、第2レゾルバ65の出力値をb1、その第1測定時点t1から一定時間経過した第2測定時点（基準時）t2における第1レゾルバ53の出力値をa2、第2レゾルバ65の出力値をb2として、第1レゾルバ53の出力値は $a2 - a1 > 0$ であれば増加傾向であり、 $a2 - a1 < 0$ であれば減少傾向であり、第2レゾルバ65の出力値は $b2 - b1 > 0$ であれば増加傾向であり、 $b2 - b1 < 0$ であれば減少傾向

12

向であり、両レゾルバ53、65の出力値の大小は $a2 - b2 > 0$ であれば第1レゾルバ53の出力値は第2レゾルバ65の出力値よりも大きく、 $a2 - b2 < 0$ であれば第1レゾルバ53の出力値は第2レゾルバ65の出力値よりも小さい。

【0041】図6は、本実施形態の基準時における上記第1レゾルバ53と第2レゾルバ65の出力値の増減傾向および大小と、操舵力の方向と、ステアリングシャフトへの操舵力の入力側の関係を示す。

【0042】制御装置61は、上記基準時における両レゾルバ53、65の出力値の増減傾向および大小を判断し、この判断結果と上記記憶した関係とに基づいて、操舵力の方向とステアリングシャフトへの操舵力の入力側とを判断する。すなわち、 $a2 - a1 < 0$ 、 $b2 - b1 < 0$ 、 $a2 - b2 < 0$ である場合、操舵力の方向は右方向であって、操舵力の入力側はステアリングシャフトの操作側であると判断される。 $a2 - a1 > 0$ 、 $b2 - b1 > 0$ 、 $a2 - b2 > 0$ である場合、操舵力の方向は左方向であって、操舵力の入力側はステアリングシャフトの操作側であると判断される。 $a2 - a1 < 0$ 、 $b2 - b1 < 0$ 、 $a2 - b2 > 0$ である場合、操舵力の方向は右方向であって、操舵力の入力側はステアリングシャフトの車輪側であると判断される。 $a2 - a1 > 0$ 、 $b2 - b1 > 0$ 、 $a2 - b2 < 0$ である場合、操舵力の方向は左方向であって、操舵力の入力側はステアリングシャフトの直輪側であると判断される。

【0043】図7のフローチャートは、その制御装置61による操舵モードの切り換え制御手順を示す。

【0044】その制御装置61は、まず、現時点が自動操舵モードか否かを判断する（ステップ1）。自動操舵モードであれば、ブラシレスモータ50を駆動することによって自動操舵を行う（ステップ2）。

【0045】その自動操舵モード時に、そのブラシレスモータ50が発生する操舵力以外の付加操舵力のステアリングシャフトへの入力側が判断される。すなわち、上記のように $a2 - a1 < 0$ 、 $b2 - b1 < 0$ 、 $a2 - b2 < 0$ 、若しくは、 $a2 - a1 > 0$ 、 $b2 - b1 > 0$ 、 $a2 - b2 > 0$ である場合、その付加操舵力はステアリングシャフトの操作側から付加されたドライバーの発生操舵力であると判断され、 $a2 - a1 < 0$ 、 $b2 - b1 < 0$ 、 $a2 - b2 > 0$ 、若しくは、 $a2 - a1 > 0$ 、 $b2 - b1 > 0$ 、 $a2 - b2 < 0$ である場合、その付加操舵力はステアリングシャフトの直輪側から付加された直両外部からの外乱であると判断される（ステップ3）。

【0046】ステップ3において、付加操舵力が外乱でなくステアリングシャフトの操作側からドライバーにより付加されたものである場合、その付加操舵力に対応するトルクThの絶対値が設定値T1以上か否かを判断する（ステップ4）。すなわち、上記第1レゾルバ53により求められるステアリングシャフトの回転角と、その

13

第2レゾルバ65により求められるステアリングシャフトの回転角との差から、ステアリングシャフトにより伝達される全トルクTを求め、その全トルクTから、上記ブラシレスモータ50が発生させる操舵力によるトルクを差し引くことで、その付加操舵力に対応するトルクThを求める。そのブラシレスモータ50が発生させる操舵力によるトルクは、そのブラシレスモータ50の駆動電流Iaの値から求める。

【0047】そのドライバーの付加操舵力に対応するトルクThの絶対値が設定値T1以上である場合、上記常閉接点49に開信号を出力する。これにより、ブラシレスモータ50に印加される電力が断たれ、自動操舵モードが解除されて通常操舵モードに切り換えられる（ステップ5）。その設定値T1は、操舵の意思を示す時にドライバーが発生する操舵力に基づき定めることができる。

【0048】そのドライバーの付加操舵力に対応するトルクThの絶対値が設定値T1未満である場合、自動操舵を継続する。

【0049】ステップ3において、付加操舵力がステアリングシャフトの直輪側から付加された車両外部からの外乱である場合、その付加操舵力の方向が、そのブラシレスモータ50が発生する操舵力の方向と同一方向か否かを判断する（ステップ6）。その付加操舵力の方向は、上記のように $a2 - a1 < 0$ 、 $b2 - b1 < 0$ 、 $a2 - b2 < 0$ 、若しくは、 $a2 - a1 < 0$ 、 $b2 - b1 < 0$ 、 $a2 - b2 > 0$ である場合は右方向であると判断され、 $a2 - a1 > 0$ 、 $b2 - b1 > 0$ 、 $a2 - b2 > 0$ 、若しくは、 $a2 - a1 > 0$ 、 $b2 - b1 > 0$ 、 $a2 - b2 < 0$ である場合は左方向であると判断され、この付加操舵力の方向が、制御装置61からの指令信号に基づきブラシレスモータ50が発生させる操舵力の方向と一致するか否かが判断される。

【0050】ステップ6において、そのブラシレスモータ50が発生する操舵力の方向と付加操舵力の方向とが同一方向である場合、その付加操舵力に対応する外乱トルクTdの絶対値が設定値T2以上であるか否かを判断する（ステップ7）。

【0051】その外乱トルクTdの絶対値が設定値T2以上である時、警報信号を発し（ステップ8）、しかる後に上記常閉接点49に開信号を出力することで、自動操舵モードを解除して通常操舵モードに切り換える（ステップ5）。その警報信号によりドライバーに警報を発するブザーやランプ等の警報装置（図示省略）を作動させる。

【0052】ステップ6において、そのブラシレスモータ50が発生する操舵力の方向と付加操舵力の方向とが同一方向でない時、ステップ7において外乱トルクTdの絶対値が設定値T2未満である時、その外乱トルクTdを相殺する操舵力を発生するようにブラシレスモータ

(8)

特開平11-321689

14

50を制御し、外乱の影響を補償する（ステップ9）。すなわち、その外乱トルクTdを相殺するための補償トルクTcを演算し、その補償トルクTcを上記目標トルクTqに加えることで、その付加操舵力を相殺する操舵力を発生するようにブラシレスモータ50を制御する。その外乱トルクTdから補償トルクTcを求めるための演算式は予め実験により求めることができる。

【0053】上記構成においては、走行路における凹凸や横風等の外乱に基づき車両に外部から操舵力が付加されたり、自動操舵中にドライバーが操舵力を付加する場合、ステアリングシャフトにより伝達される操舵力に対応するトルクは実際の舵角が変化する前に変化する。そのトルクによりステアリングシャフトの操作側と車輪側は相対回転するので、第1レゾルバの出力値および位相と第2レゾルバの出力値および位相とは互いに異なるものになる。基準時における両レゾルバ53、65の出力値の増減傾向と大小の組み合わせは、上記のように、操舵力の方向が右操舵であってステアリングシャフトへの操舵力の入力側が操作側である場合と、操舵力の方向が左操舵であってステアリングシャフトへの操舵力の入力側が車輪側である場合と、操舵力の方向が右操舵であってステアリングシャフトへの操舵力の入力側が車輪側である場合と、操舵力の方向が左操舵であってステアリングシャフトへの操舵力の入力側が直輪側である場合とで互いに異なる。これにより、予め記憶した両レゾルバ53、65の出力値の増減傾向および大小と操舵力の方向とステアリングシャフトへの操舵力の入力側との関係と、その基準時における両レゾルバ53、65の出力値の増減傾向および大小の判断結果とに基づき、その操舵力の方向と、ステアリングシャフトへの操舵力の入力側とを判断できる。よって、その判断結果に基づいて、車両に外部から付加される操舵力を相殺するようにブラシレスモータ50を制御できる。これにより、外乱による付加操舵力により実際に舵角が変化する前に、その付加操舵力の影響を補償できる。すなわち、外乱の影響を迅速かつ確実に補償でき、車両の挙動を安定化することができる。

【0054】また、上記構成によれば、自動操舵中にドライバーが操舵力を付加した場合、実際の舵角が変化する前に通常操舵モードに切り換えることができる。これにより、緊急事態等において迅速に自動操舵モードから通常操舵モードに切り換えることができる。しかも、その自動操舵中に付加される操舵力が、ドライバーにより付加されたのか、車両に外部から付加されたのかを判断するので、外乱により自動操舵モードから通常操舵モードに誤って切り換えられるのを防止できる。

【0055】また、上記構成では、ブラシレスモータ50が発生する操舵力の方向と同一方向に車両に外部から操舵力が付加されたか否かの判定を行う。これにより、路面の摩擦係数の減少により直輪に作用する操舵抵抗が

(9)

特開平11-321689

15

減少したか否かを判定できる。その付加操舵力に対応する外乱トルク T_d の絶対値が設定値 T_2 以上である時に、自動操舵モードから通常操舵モードに切り換えることで、路面の摩擦係数が小さい場合に自動操舵を解除できる。

【0056】なお、本発明は上記実施形態に限定されない。例えば、ステアリングホイールと操舵力発生用アクチュエータとの間に、ステアリングシャフトにより伝達されるトルクを検出するトルクセンサを設けてもよい。この場合、付加操舵力に基づきステアリングシャフトにより伝達されるトルクを、上記のようにステアリングシャフトにより伝達される全トルクからアクチュエータにより発生されるトルクを差し引くことなく、直接に求めることができる。また、上記制御装置61は、モータ50の回転角データとモータ50の電流検出部からフィードバックされる実際の電流値に応じて目標電流を決定し、上記ブラシレスモータ50に電流を印加する。図8の(1)は無負荷状態でのモータ50の目標電流とフィードバック電流の時間変化を示し、図8の(2)は負荷状態でのモータ50の目標電流とフィードバック電流の時間変化を示す。その無負荷状態でのモータ50の回転速度 α 1度/秒は負荷状態での回転速度 α 2度/秒よりも大きくされている。モータ定数や制御装置61における回路のスルーレート等の特性に基づき、その目標電流の時間変化に対してフィードバック電流の時間変化には遅れ Δt がある。そのような遅れ Δt があると所期のトルクをモータ50により正確に発生させることができない。そこで、その遅れ Δt はモータ50の負荷や回転速度に拘らず一定とみなすことができることから、制御装置61により回転角データからモータ50の回転速度(電気角の変化速度) α 1、 α 2度/秒を演算し、その回転速度と上記遅れとの積 α 1 $\times\Delta t$ 、 α 2 $\times\Delta t$ だけ上記求めた目標電流の位相を進めるようにしてもよい。これにより、モータ50を効率的に制御でき、モータ50を低回転から高回転まで、まんべんなく使用できる。また、両レゾルバの出力値の増減傾向および大小と、操舵力の方向と、ステアリングシャフトへの操舵力の入力側との関係は、操舵方向に対する両レゾルバ53、65の出力の位相変化方向や基準時の設定如何によって変化するものであり、上記実施形態に限定されない。また、基準時は上記実施形態のように単一ではなく複数でもよい。この場合において、操舵力の方向とステアリングシャフトへの操舵力の入力側の判断結果が、全ての基準時において一致しない時は、より多くの基準時において一

16

致している判断結果を採用することで、判断精度を向上できる。また、本発明のステアリング装置は自動操舵を行うことのない車両にも適用でき、例えば、外乱の作用による操舵力が付加された場合に車両のブレーキ力を制御して車両挙動の安定化を図る場合に、その外乱による付加操舵力の有無と付加操舵力の方向を判断するのに利用できる。

【0057】

【発明の効果】本発明によれば、ステアリングシャフトにより伝達される操舵力の入力側と方向を迅速かつ確実に判断できる車両のステアリング装置を提供でき、車両を自動操舵できるステアリング装置において、外乱の影響を迅速かつ確実に補償でき、車両の挙動を安定化でき、摩擦係数の小さい凍結路面等において自動操舵を解除して車両の挙動が制御できなくなるのを防止でき、自動操舵モードにおいて緊急事態が生じたような場合、外乱の影響を受けることなくドライバーの意思に応じて迅速に通常操舵モードに切り換えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の車両のステアリング装置の断面図

【図2】図1のI-I'線断面図

【図3】本発明の実施形態の車両のステアリング装置の油圧回路図

【図4】本発明の実施形態の制御系を示すブロック図

【図5】(1)～(4)は本発明の実施形態の車両のステアリング装置の各レゾルバの出力の時間変化を示す図

【図6】本発明の実施形態の車両のステアリング装置の作用説明図

【図7】本発明の実施形態の車両のステアリング装置の制御手順を示すフローチャート

【図8】(1)、(2)は本発明の実施形態のモータの目標電流とフィードバック電流の時間変化を示す図

【符号の説明】

2 入力シャフト

4 出力シャフト

50 ブラシレスモータ(操舵力発生用アクチュエータ)

53 第1レゾルバ

61 制御装置

61a 記憶装置

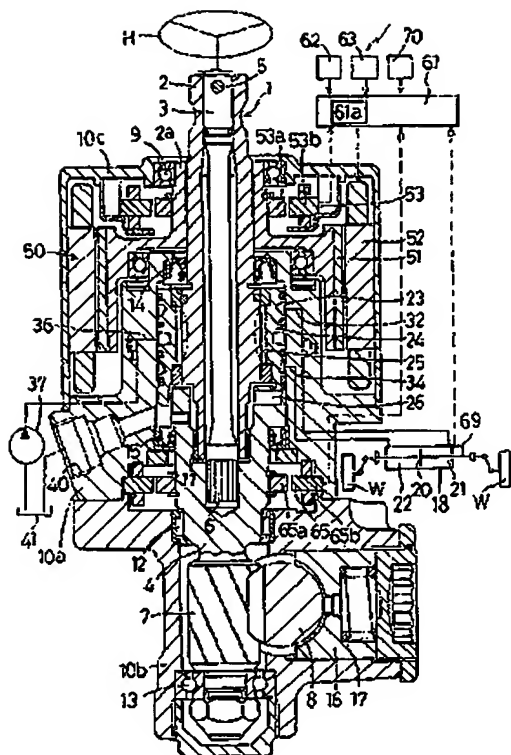
65 第2レゾルバ

W 車輪

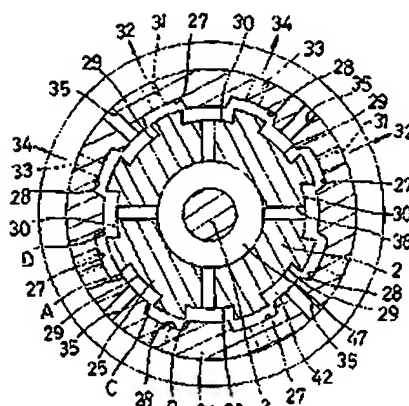
(10)

特開平11-321689

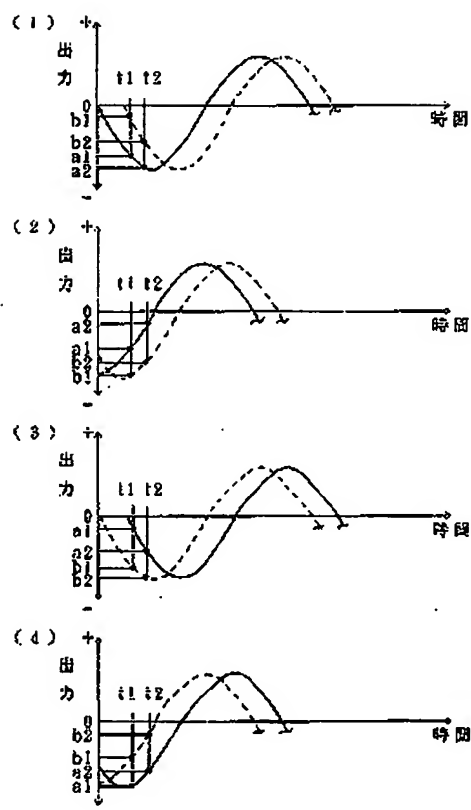
【図1】



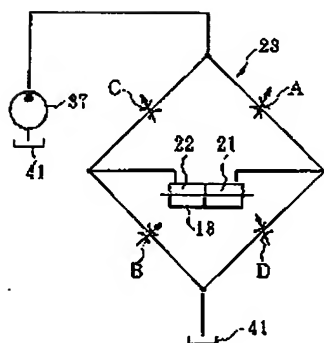
【図2】



【図5】

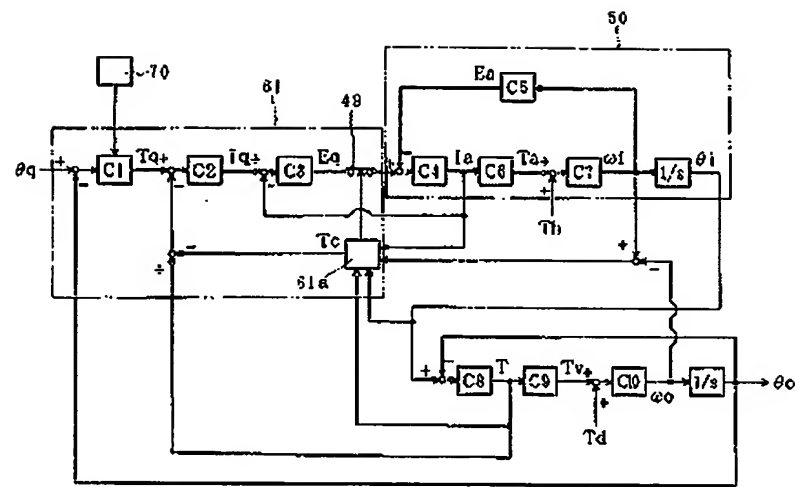


【図3】



(11) 特開平11-321689

【図4】



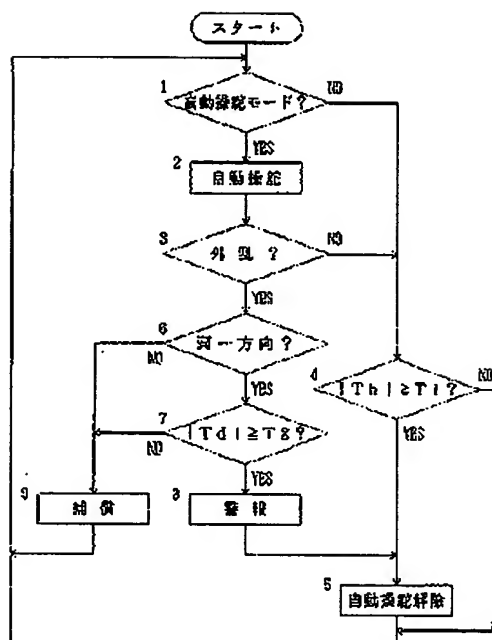
【図6】

操舵力入力値	操舵力方向	第1レゾルバ増減傾向	第2レゾルバ増減傾向	両レゾルバ駆力値大小
操 作 側	右	$a2 - a1 < 0$	$b2 - b1 < 0$	$a2 - b2 < 0$
	左	$a2 - a1 > 0$	$b2 - b1 > 0$	$a2 - b2 > 0$
車 輪 側	右	$a2 - a1 < 0$	$b2 - b1 < 0$	$a2 - b2 > 0$
	左	$a2 - a1 > 0$	$b2 - b1 > 0$	$a2 - b2 < 0$

(12)

特開平11-321689

【図7】



【図8】

